

ANALISIS GELOMBANG PASANG TERHADAP BANGUNAN GROIN TIPE I (Studi Kasus Pantai Kota Padang)

Dwiki Nadita¹⁾, Besperi¹⁾, Gusta Gunawan¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu
Corresponding Author: dwikinadita@gmail.com

Abstrak

Pantai Kota Padang memiliki bangunan pengaman pantai (groyne) yang berfungsi untuk menahan transport sedimentasi, akan tetapi bangunan tersebut sudah mengalami kerusakan dan deformasi bentuk. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis bangunan groyne bentuk I menggunakan material *dolos* di Pantai Kota Padang. Metode pelaksanaan penelitian yang digunakan dengan pengolahan data primer yaitu survei langsung di lapangan (H_s dan T_s) sedangkan data sekunder menggunakan metode analisis data angin, dan analisis data pasang surut. Data sekunder pada penelitian ini adalah data angin yang diambil selama 10 tahun (2009-2018) yang diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Maritim Teluk Bayur dan data pasang surut diambil selama 5 tahun terakhir (2014-2018) yang diperoleh dari PT. Pelabuhan Indonesia II Teluk Bayur. Hasil dari perhitungan penelitian groyne *dolos* mempunyai panjang 60,803 m, elevasi muka air rencana 2,20 m, elevasi mercu 4,875 m, dan elevasi bangunan 8,875 m, lebar puncak 1,433 m pada bagian lengan. Berat unit lapis pelindung groyne *dolos* bagian lengan $W = 0,261$ ton, $W/10 = 21,6$ kg, $W/200 = 1,3$ kg, dan jumlah lapis pelindung tiap 5 m² sebanyak 16 buah untuk bagian lengan atau badan.

Kata kunci: bangunan pengaman pantai, groyne, *dolos*

Abstract

Pantai Kota Padang had a breakwater (groyne) which serves to withstand sedimentation transport, but building has been damaged and deformed. The purpose of this study was to analyze the building of form I groyne using dolos material at Pantai Kota Padang. The method of conducting research primary data processing method used in field direct namely collection (H_s and T_s), while secondary data analysis method using wind data, and analysis data tides. Secondary data in this research is the wind data taken for ten years (2009-2018) obtained from the Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Maritim Teluk Bayur and the tides data taken during the last 5 years (2014-2018) whom obtained from PT. Pelabuhan Indonesia II Teluk Bayur. Results of the groyne dolos have 60,803 m in length, 2,20 m on water level, 4,875 m elevation lighthouse and 8,875 m elevation of building, peak width of 1,433 m on the arms building. Weight unit protective cover dolos groyne arms are $W = 0,261$ tons, $W/10 = 21,6$ kg, $W/200 = 1,3$ kg, and amount each layer is 5 m² as many as 16 pieces for the arms building.

Keywords: breakwater, groyne, *dolos*

PENDAHULUAN

Secara geografi Kota Padang terletak di pesisir pantai barat pulau Sumatera, dengan garis pantai sepanjang 84 km. Sebagian

besar Pantai di Kota Padang n mengalami erosi pantai, sedimentasi, dan penurunan tanah yang mengakibatkan terus berubahnya garis pantai.

Penggunaan material batu gajah sebagai bahan konstruksi *groin* lama kelamaan akan mengalami amblas dan terpisah-pisah akibat hantaman gelombang yang terus-menerus, karena batu gajah memiliki sifat menahan gelombang pantai bukan menyerap energi gelombang. Pantai Kota Padang saat ini sudah memiliki bangunan pengaman pantai yaitu *groin* tipe I yang di bangun pada tahun 1969. Bahan dasar konstruksi *groin* untuk saat ini menggunakan material batu gajah.

Penelitian sebelumnya (Istijono, 2014) menunjukkan bahwa lebih dari 60% *groin* di Pantai Kota Padang mengalami penurunan fungsi karena terjadi kerusakan. Pada bagian puncak mengalami penurunan dan kehilangan *armor* sehingga bagian inti tersingkap dan berpotensi pada kerusakan lanjutan. Bangunan selalu mengalami limpasan pada kondisi gelombang sehari-hari dan puncak bangunan rusak sama sekali dan kehilangan bentuk.

Penggunaan bahan dasar *dolos* sebagai bahan dasar konstruksi dapat dilakukan sebagai pengganti bahan dasar material yang sudah ada. Karena material ini dirancang untuk menyerap energi gelombang dengan cara mengalirkan gelombang laut melalui sela-selanya, bukan menahan gelombang dan juga mengurangi kemungkinan struktur amblas dengan menerapkan sebaran acak *dolos* agar saling mengunci. Penggunaan bahan dasar *dolos* diharapkan dapat mengurangi penurunan fungsi, kehilangan bentuk dan kerusakan lanjutan akibat limpasan gelombang sehari-hari.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian tentang Analisis Gelombang Pecah Terhadap *Groin* Tipe I berada di Pantai Kota Padang yang terletak

pada koordinat $00^{\circ} 57'37,82''$ S dan $100^{\circ} 21'11,34''$ T .

Studi Pustaka

Studi pustaka meliputi pengumpulan dan mempelajari berbagai pustaka, data dan hasil-hasil penelitian, perencanaan dan kajian yang telah dilakukan seperti buku, skripsi, makalah, dan jurnal.

Survei Lapangan

Studi observasi dilakukan pengamatan secara langsung terhadap struktur bangunan pengaman pantai (*groin* tipe I) di Pantai Kota Padang.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan dalam menganalisis struktur bangunan pengaman pantai (*groin* tipe I) dilakukan secara primer yaitu pengamatan secara langsung dan secara sekunder yang berupa data angin, data pasang surut dan data topografi yang didapat dari instansi terkait.

Data Primer

Adapun data primer pada penelitian adalah data tinggi gelombang yang diperoleh dari hasil pengukuran tinggi gelombang secara langsung dilapangan. Pengambilan data tinggi gelombang dilakukan pada saat pasang surut purnama. Waktu pengambilan data tinggi gelombang tersebut dapat ditentukan berdasarkan data pasang surut PT. Pelabuhan Indonesia II Teluk Bayur.

Data Sekunder

Data Sekunder pada penelitian ini adalah data angin yang di dapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Maritim Teluk Bayur. Dalam penelitian ini digunakan data angin maksimum dan arah angin terbanyak dengan data 10 tahun terakhir yaitu dari tahun

2009-2018 serta data pasang surut selama 5 tahun terakhir yaitu dari tahun 2014-2018.

Metode Pengolahan Data

Metode pengolahan data pada penelitian ini adalah dengan mengolah data yang ada yaitu data primer dan data sekunder dengan menggunakan rumus yang ada.

Pengolahan Data Primer

- Data hasil survei tinggi gelombang disusun berdasarkan waktu pencatatan.
- Menentukan tinggi gelombang 33%.
- Mengurutkan data dari yang terbesar hingga yang terkecil.
- Menghitung rata-rata data terbesar untuk mendapatkan nilai H_s (tinggi gelombang signifikan) dan T_s (periode gelombang signifikan).

Pengolahan Data Skunder

- Analisis data angin
- Analisis data pasang surut

Tinggi gelombang signifikan dan periode gelombang signifikan

Peramalan tinggi gelombang berdasarkan data angin yang didapat dari data sekunder yang ada di Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Maritim Teluk Bayur, serta dari perhitungan H_s pencatatan tinggi gelombang secara langsung di lapangan. Data tinggi gelombang dibandingkan, dan data tertinggi yang digunakan sebagai tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode signifikan (T_s) untuk perhitungan struktur.

Perhitungan analisis desain bangunan *groin*

Perhitungan analisis desain bangunan pengaman pantai dihitung setelah mendapatkan nilai tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang

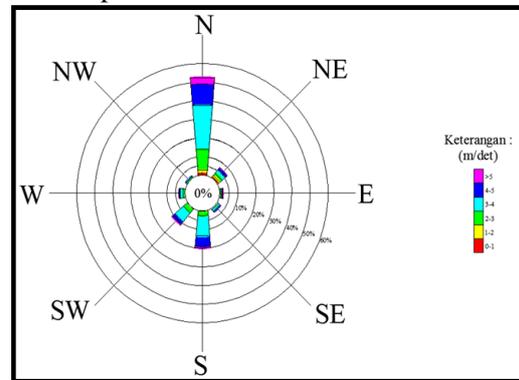
signifikan (T_s) dengan menggunakan rumus yang sudah ada.

Analisis Data Angin

Data kecepatan angin maksimum dan arah angin dicatat dalam pencatatan bulanan selama 10 tahun terakhir mulai dari tahun 2009-2018 yang didapatkan dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Maritim Teluk Bayur.

Penentuan arah angin dominan dengan diagram mawar angin

Gambar diagram mawar angin (*wind rose*) yang bertujuan untuk mempermudah dalam pembacaan arah angin dominan berdasarkan karakteristik angin yang diperoleh. Arah utara (*north*) merupakan arah yang dominan datangnya angin, sesuai diagram mawar angin sehingga karakter angin dapat dibaca dengan cepat seperti yang terlihat pada Gambar 1.

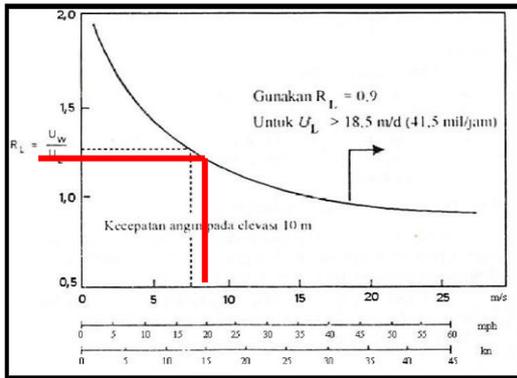


Gambar 1. Diagram Mawar Angin (*Wind Rose*) (Duani, 2016)

Konversi kecepatan angin

Berikut contoh hasil perhitungan faktor tegangan angin untuk bulan Januari tahun 2009 dimana kecepatan angin yang terjadi (U_L) adalah 9 m/s dan arah angin adalah utara (*north*). Dengan menarik garis vertikal dari kecepatan angin (m/det) menyinggung garis lengkung grafik penentuan nilai tegangan angin kemudian tarik garis

horizontal kearah R_L seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Penentu Faktor Tegangan Angin

Dari hasil perhitungan U_L yang diperoleh sebesar 9 m/det, dengan Gambar 2. kita dapatkan R_L sebesar:

$$R_L = \frac{U_w}{U_L} = 1,2$$

Kemudian menghitung kecepatan angin di laut (U_w) dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} U_w &= R_L \times U_L \\ &= 1,2 \times 9 \\ &= 10,8 \text{ m/det} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan U_w , digunakan untuk menentukan faktor tegangan angin (U_A) yang dihitung menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} U_A &= 0,71 U_w^{1,23} \\ &= 0,71 \times 10,8^{1,23} \\ &= 13,255 \text{ m/det} \end{aligned}$$

Penentuan *fetch* efektif

Fetch efektif akan digunakan pada peramalan gelombang untuk mengetahui tinggi dan periode gelombang signifikan. Panjang *fetch* ditentukan berdasarkan arah angin dominan yaitu arah utara.

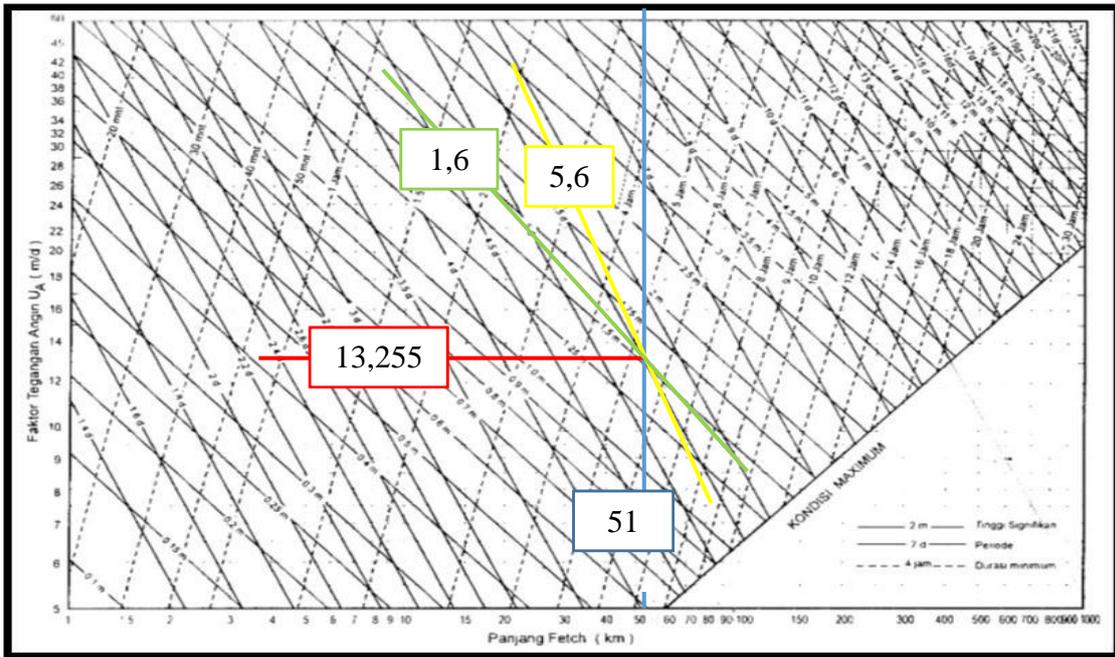


Gambar 3. Peta *Fetch* dari Arah Utara

$$\begin{aligned} F_{\text{eff}} &= \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha} \\ F_{\text{eff}} &= \frac{691,518}{13,552} \\ &= 51 \text{ km} \end{aligned}$$

Peramalan tinggi gelombang signifikan (H_s) dan periode gelombang signifikan (T_s)

Proses peramalan tinggi gelombang signifikan di laut dalam (H_s) dan periode gelombang signifikan di laut dalam (T_s) dengan menggunakan grafik, dapat dilihat contoh peramalan berikut untuk bulan desember tahun 2009.



Gambar 4. Grafik Peramalan Tinggi Gelombang (Triadmojo,1999)

Hasil perhitungan rata-rata nilai tinggi gelombang dan periode gelombang yang terjadi 10 tahun terakhir dapat kita lihat seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Peramalan Tinggi Gelombang (Hs) dan Periode Gelombang (Ts) rata-rata tahun 2009-2018.

Tahun	Kecepatan Angin (UL) Max (m/det)	RL	UW (m/det)	UA (m/det)	Hs (m)	Ts (detik)
2009	9	1,2	10,8	13.255	1,6	5,6
2010	8	1,25	10	12.058	1,45	5,45
2011	8	1,25	10	12.058	1,45	5,45
2012	18	0,98	17,64	24.235	2,9	6,9
2013	7	1,30	9,1	10.737	1,25	5,25
2014	8	1,25	10	12.058	1,45	5,45
2015	10	1,10	11	14.319	1,70	5,75
2016	8	1,25	10	12.058	1,45	5,45
2017	15	1,00	15	19.854	2,35	6,4
2018	7	1,30	9.1	10.737	1,25	5,25
Rata-Rata	9,8	1,19	11,31	14,137	1,69	5,70

Sumber : Hasil Olahan Data BMKG, 2019

Analisis Data Pasang Surut

Data pasang surut diambil selama 5 tahun (2014, 2015, 2016, 2017, 2018).

Muka air rata-rata (*mean water level*)

$$= 0,7 \text{ meter}$$

Muka air rendah (*low water level*)

$$= 0,1 \text{ meter}$$

muka air tinggi (*high water level*)

$$= 1,4 \text{ meter}$$

Penelitian ini mendesain bangunan groin bentuk I pada kedalaman yang berkisar 4 meter di bawah permukaan laut, sehingga nilai kedalaman air di lokasi rencana bangunan diperhitungkan kedalaman air berdasarkan nilai muka air tinggi dan muka air rendah, yaitu:

$$d_{HWL} = 1,4 - (-4) = 5,4 \text{ meter}$$

$$d_{LWL} = 0,1 - (-4) = 4,1 \text{ meter}$$

$$d_{MWL} = 0,7 - (-4) = 4,7 \text{ meter}$$

Sehingga dalam perhitungan selanjutnya, nilai d_{HWL} dianggap sebagai kedalaman air (d) dengan nilai $d = 5,4$ m.

Perhitungan Refraksi

Kedalaman laut merupakan faktor yang menyebabkan terjadinya refraksi, untuk menghitung refraksi yang terjadi dilaut sebelumnya dilakukan perhitungan panjang gelombang dilaut dalam terlebih dahulu. Nilai periode gelombang adalah nilai periode terbesar dari tahun 2009-2018, yaitu 6,9 detik.

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi}$$

$$L_0 = \frac{9,81 \times 6,9^2}{2\pi}$$

$$L_0 = 74,334 \text{ m}$$

Maka panjang gelombang yang terjadi di laut sebesar 74,334 m. Selanjutnya dapat diperhitungkan nilai cepat rambat gelombang di laut dalam (C_0) dengan rumus berikut.

$$C_0 = \frac{L_0}{T_s}$$

$$C_0 = \frac{74,334}{6,9}$$

$$C_0 = 10,773 \text{ m/s}$$

perhitungan didapat cepat rambat gelombang di laut dalam (C_0) Selanjutnya menghitung nilai $\frac{d}{L_0}$,

dengan nilai $d = 5,4$ meter.

$$\frac{d}{L_0} = \frac{5,4}{74,334} = 0,073$$

Dari Tabel $\frac{d}{L_0}$ pada Lampiran 5,

nilai $\frac{d}{L} = 0,11675$ dengan nilai $K_s = 0,966$ dan $n = 0,8573$.

$$\frac{d}{L} = 0,11675$$

$$L = \frac{5,4}{0,11675}$$

$$L = 46,253 \text{ meter}$$

Panjang gelombang (L) adalah 46,253 meter, kemudian dapat dihitung nilai cepat rambat gelombang (C):

$$C = \frac{L}{T}$$

$$C = \frac{46,253}{6,9}$$

$$C = 6,703 \text{ m/s}$$

Cepat rambat gelombang (C) adalah 6,703 m/det.

$$\sin \alpha_1 = \left(\frac{C}{C_0} \right) \sin \alpha_0$$

dimana α_0 sudut antara garis puncak gelombang di laut dalam dan garis kontur dasar laut

$$\alpha = \left(\frac{6,703}{10,773} \right) \sin 20^\circ = 0,213 = 12,298^\circ$$

Maka didapat koefisien refraksinya, yaitu :

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}}$$

$$Kr = \sqrt{\frac{\cos 20^\circ}{\cos 12,298^\circ}} = 0,981$$

Jadi didapatkan koefisien refraksi sebesar 0,981.

Perhitungan Tinggi di Laut Dalam Ekuivalen (H'_0)

Ekuivalen tinggi gelombang laut dalam dihitung dengan rumus :

$$H'_0 = Kr \times H_0$$

Dimana dari perhitungan sebelumnya didapat:

$$H_0 = 2,90 \text{ m}$$

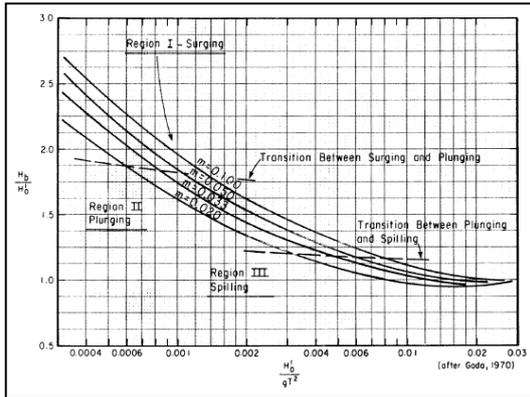
Koefisien refraksi (Kr) = 0,981

Maka,

$$H'_0 = 0,981 \times 2,90$$

$$= 2,845 \text{ m}$$

Perhitungan Tinggi Gelombang Pecah



Gambar 5. Grafik Tinggi Gelombang Pecah (Shore Protection Manual, 1984.)

Berdasarkan grafik diatas didapatkan nilai

$$\frac{H_b}{H'_0} = 1,125.$$

Kemudian mencari tinggi gelombang pecah sebagai berikut :

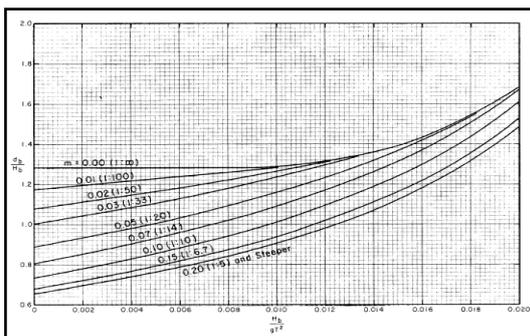
$$\frac{H_b}{H'_0} = 1,125$$

$$H_b = 1,125 \times 2,845$$

$$H_b = 3,200 \text{ m}$$

Setelah diperoleh nilai H_b maka selanjutnya mencari nilai d_b , berikut adalah langkah-langkah mencari nilai d_b :

$$\frac{H_b}{gT^2} = \frac{3,200}{9,81 \times 6,9^2} = 0,0069$$



Gambar 6. Penentuan Kedalaman Gelombang Pecah (Shore Protection Manual, 1984.)

Berdasarkan Gambar 6, maka diperoleh nilai

$$\frac{d_b}{H_b} = 1,14$$

$$\frac{d_b}{H_b} = 1,14$$

$$d_b = 1,14 \times 3,200$$

$$d_b = 3,648 \text{ m}$$

Peta kontur kedalaman laut (m) memperlihatkan kemiringan dasar pantai 0,03 pada kedalaman gelombang pecah = 3,648 m dan didapat lebar surf zone berikut ini :

$$L_s = \frac{d_b}{m} = \frac{3,648}{0,03} = 121,605 \text{ m}$$

Penentuan Elevasi Muka Air Rencana

Diperlukan suatu elevasi muka air rencana yang disebut DWL (Design Water Level) karena elevasi air laut yang selalu berubah setiap saat. Rumus menentukan elevasi muka air rencana:

$$DWL = HWL + Sw + \Delta h + SLR$$

Dimana,

DWL = Design water level

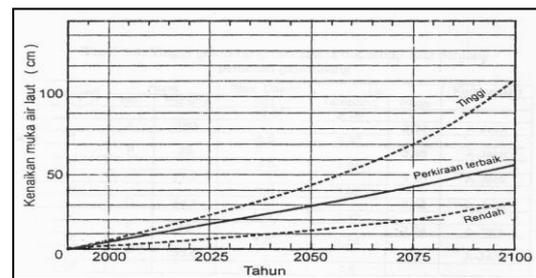
HWL = High water level

Sw = Wave set-up

Δh = Kenaikan elevasi muka air

SLR = Sea level rise (kenaikan muka air laut karena pemanasan global)

Sea level rise (SLR) diperoleh dengan melihat Gambar 7 (perkiraan muka air laut karena pemanasan global), dimana umur bangunan direncanakan dapat bertahan selama 20 tahun.



Gambar 7. Perkiraan Kenaikan Muka Air Laut Karena Pemanasan Global (Triadmojo, 1999)

Nilai wind set-up diperoleh dari:

$$Sw = 0,19 \left[1 - 2,82 \sqrt{\frac{H_b}{gT^2}} \right] H_b$$

$$Sw = 0,19 \left[1 - 2,82 \sqrt{\frac{3,200}{9,81 \times 6,9^2}} \right] 3,200$$

$$= 0,466 \text{ m}$$

Panjang *fetch* efektif dari arah barat dengan sudut ($\alpha = 20^\circ$) adalah 51 km dan $U_A = 24,235$ m/det, maka besar *wind set up* adalah

$$U = 0,71 \times U_A^{1,23}$$

$$U = 35,820 \text{ m/det}$$

$$V_y = U \sin \alpha$$

$$V_y = 35,820 \sin 20^\circ = 12,250 \text{ m/s}$$

$$F_y = F \sin \alpha$$

$$F_y = 51 \sin 20^\circ = 17,451 \text{ km}$$

Perbandingan kedalaman air dengan panjang gelombang dilaut dalam adalah :

$$\frac{d}{L_0} = \frac{1}{13,766}$$

$$d = \frac{1}{13,766} \times 74,334 = 5,4 \text{ meter}$$

$$\Delta h = F_y \frac{V^2}{2gd}$$

$$\Delta h = 17451 \times (3,5 \times 10^{-6}) \frac{12,251^2}{2 \times 9,81 \times 5,4}$$

$$\Delta h = 0,087 \text{ meter}$$

Dari data yang diperoleh maka nilai DWL :

$$DWL = HWL + S_w + \Delta h + SLR$$

$$DWL = 1,4 + 0,466 + 0,087 + 0,22$$

$$DWL = 2,173 \approx 2,20 \text{ m}$$

Analisis Perencanaan Groin

Bangunan groin digunakan untuk melindungi daerah sepanjang pantai dari proses erosi yang diakibatkan oleh perpindahan sedimen sejajar pantai. Bangunan yang direncanakan adalah bangunan groin sisi miring yang menggunakan *dolos*.

Penentuan elevasi puncak groin

Elevasi puncak bangunan memperhitungkan tinggi jagaan (fb) 0,5 meter, dengan menggunakan persamaan:

$$El_{\text{puncak}} = DWL + Ru + 0,5$$

Besar koefisien *run-up* gelombang pada *groin* didapatkan dari fungsi bilangan Iribaren. Tinggi gelombang rencana pada struktur diambil dari tinggi gelombang pecah. Kemiringan sisi pemecah gelombang ditetapkan sebesar 1:3.

Tinggi muka air tertinggi (HWL) = 1,4 meter

Tinggi gelombang Pecah (H) = 2,9 meter

Periode gelombang (T) = 6,9 detik

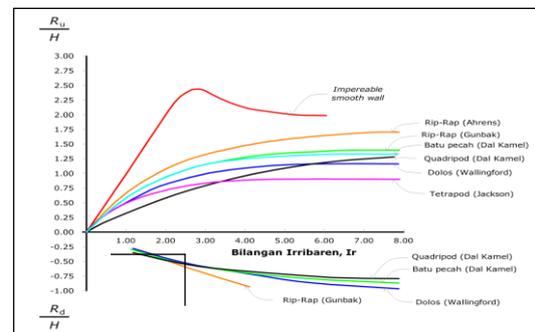
Tinggi gelombang laut dalam (L_0)

$$L_0 = 74,334 \text{ m}$$

Bilangan Iribaren :

$$ir = \frac{\tan \theta}{\left(\frac{H}{L_0}\right)^{1/2}} = \frac{1/3}{\left(\frac{2,9}{74,334}\right)^{1/2}} = 1,688 \approx 1,7$$

Dengan menggunakan grafik dibawah ini, dihitung nilai *run-up*. Untuk lapis lindung dari *dolos*.



Gambar 8. Grafik *Run-up* Gelombang (Triadmojo, 1999).

Dari Gambar 8 didapat nilai $\frac{Ru}{H} = 0,75$

$$Ru = 0,75 \times 2,9 = 2,175 \text{ m}$$

Sehingga elevasi puncak groin dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} El_{\text{puncak}} &= DWL + Ru + 0,5 \\ &= 2,070 + 2,175 + 0,5 \\ &= 4,875 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} El_{\text{bangunan}} &= \text{Elevasi}_{\text{puncak}} - \text{Elevasi}_{\text{dasar laut}} \\ &= 4,875 - (-4) \\ &= 8,875 \text{ m} \end{aligned}$$

Elevasi bangunan groin yang didapat dari perhitungan diatas 8,875 meter.

Analisis berat lapis lindung

Menghitung berat dan tebal lapis lindung dengan *dolos* untuk nilai Koefisien Stabilitas (K_D) berdasarkan *Shore Protection Manual 1984* menggunakan rumus sebagai berikut :

Bagian lengan KD = 31,8

$$W = \frac{\gamma_r H^3}{K_D (S_r - 1)^3 \cot \theta}$$

Keterangan:

- W = Berat butir batu pelindung (ton)
- γ_r = Berat satuan batu lapis lindung (beton 2,4 t/m³)
- γ_a = Berat satuan air laut (1,03 ton/m³)
- H = Tinggi gelombang rencana
- θ = Sudut kemiringan sisi pemecah gelombang
- K_D = Koefisien stabilitas jenis *dolos*

Analisis Lapisan lindung groin bagian lengan atau badan bangunan

Lapisan pelindung luar :

$$W = \frac{2,4 \times 2,9^3}{31,8 \times \left(\frac{2,4}{1,03} - 1\right)^3 \times 3} = 0,261 \text{ ton}$$

Lapisan pelindung kedua:

$$\frac{W}{10} = \frac{0,261}{10} = 0,0261 \text{ ton} = 26,1 \text{ kg}$$

Berat batu lapis inti (core) :

$$\frac{W}{200} = \frac{0,261}{200} = 0,0013 \text{ ton} = 1,3 \text{ kg}$$

Analisis lebar puncak

Untuk menentukan lebar puncak groin digunakan rumus :

$$B = n \times K_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3}$$

Dimana :

B = Lebar Puncak

n = 3

K_{Δ} = Koefisien Lapis beton *dolos* = 1,00

W = Berat butir lapis pelindung (ton)

(γ_r) = Berat Jenis Batu lindung (Beton = 2,4 t/m³)

Bagian lengan atau badan :

$$B = n \times K_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} = 3 \times 1,00 \left[\frac{0,261}{2,4} \right]^{1/3} = 1,433m$$

Analisis tebal lapis lindung

Tebal lapis lindung dihitung dengan menggunakan rumus :

$$t = n \times K_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3}$$

Dimana :

T = Tebal lapis dinding

n = 2

K_{Δ} = Koefisien lapis pelindung (*dolos* = 1,00)

W = Berat butir lapis pelindung (ton)

(γ_r) = Berat Jenis Batu lindung (Beton = 2,4)

Analisis Tebal lapisan lindung bagian lengan atau badan bangunan groin

Lapisan pelindung luar:

$$t = n \times K_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} = 2 \times 1,00 \left[\frac{0,261}{2,4} \right]^{1/3} = 0,955m$$

Lapisan pelindung kedua:

$$t = n \times K_{\Delta} \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{1/3} = 2 \times 1,00 \left[\frac{0,0261}{2,4} \right]^{1/3} = 0,444m$$

Analisis pelindung kaki

Batu pelindung terdiri dari batu pecah dengan berat sebesar w/10.

Analisis Berat batu pelindung kaki untuk bagian lengan:

$$\frac{W}{10} = \frac{0,261}{10} = 0,0261 \text{ ton} = 26,1 \text{ kg}$$

Analisis Lebar pelindung kaki dapat dihitung dengan rumus:

$$B = 2 \times H$$

Perhitungan lebar kaki bagian lengan atau badan :

$$B = 2 \times 2,9 = 5,8 \text{ meter}$$

Analisis Jumlah Batu Lapis Lindung

Jumlah batu lapis lindung dengan rumus:

$$N = A \times n \times K_{\Delta} \left[1 - \frac{P}{100} \right] \times \left[\frac{W}{\gamma_r} \right]^{\frac{2}{3}}$$

Dimana :

N = Jumlah butir batu satu satuan luas permukaan A

n = Jumlah Lapis batu dalam lapis pelindung

K_{Δ} = Koefisien Lapis Lindung (*dolos* = 1,00)

A = Luas Permukaan (m^2)

P = Porositas rerata lapis pelindung = 63

W = Berat butir lapis pelindung (ton)

(γ_r) = Berat Jenis lapis lindung (Beton = 2,4)

Analisis jumlah batu lindung bagian lengan atau badan bangunan groin

$$N = A \times n \times K_{\Delta} \left[1 - \frac{P}{100} \right] \times \left[\frac{\gamma_r}{W} \right]^{\frac{2}{3}}$$

$$N = 5 \times 2 \times 1,00 \left[1 - \frac{63}{100} \right] \times \left[\frac{2,4}{0,261} \right]^{\frac{2}{3}} = 16,263 \approx 16$$

Jadi, hasil perhitungan jumlah butir tiap satuan luas 5 m^2 adalah 16 buah untuk bagian lengan atau badan.

Analisis panjang

Analisis panjang groin :

$$L_g = 0,5 \times L_s$$

$$= 0,5 \times 121,633$$

$$= 60,803 \text{ m}$$

Dimana :

L_g = Panjang Groin

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dalam penelitian ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data BMKG dalam waktu 10 tahun 2009-2018, tinggi gelombang signifikan (H_s) tertinggi adalah 2,60 meter dan periode gelombang signifikan (T_s) tertinggi adalah sebesar 6,90 detik. Sedangkan data yang diperoleh dari pengamatan langsung dilapangan didapatkan nilai tinggi gelombang pasang dan periode gelombang pasang adalah sebesar 2,01 meter dan 6,34 detik dan data tersebut hanya mewakili saja karena pengamatannya tidak dilakukan selama 12 jam. Nilai yang digunakan dalam perhitungan perencanaan adalah perbandingan nilai dilapangan yang terbesar dengan nilai gelombang pecah dari data BMKG. Sehingga didapatkan elevasi muka air rencana sebesar 2,20 meter, dan elevasi bangunannya sebesar 8,875 meter.
2. Berdasarkan pengukuran di lapangan bahwa desain lama (*existing*) groin tipe I batu pecah dengan panjang 50 meter, lebar puncak 2,8 meter dan elevasi mercu 2,9 meter. Berdasarkan hasil analisis perhitungan dari tinggi gelombang yang didapatkan melalui perbandingan antara angin dari BMKG dan hasil penelitian langsung dilapangan, maka didapatkan hasil perhitungan groin menggunakan *dolos* dengan panjang groin 60,803 meter, mempunyai lebar puncak 1,433 m dan elevasi mercu 4,875 meter pada bagian lengan atau badan. Berat unit lapis

pelindung bagian lengan atau badan
 $W = 0,261$ ton, $W/10 = 21,6$ kg, $W/200 =$
1,3 kg dan jumlah lapis pelindung tiap 5 m^2
sebanyak 16 buah

DAFTAR PUSTAKA

- Triatmodjo, B., 1999. *Teknik Pantai*.
Yogyakarta. Beta Offset.
- Triatmodjo, B., 2012. *Perencanaan
Bangunan Pantai*. Yogyakarta. Beta
Offset.
- Istijono, B., 2014. Analisis Penilaian
Kinerja Bangunan Pengaman Pantai
Terhadap Abrasi di Kota Padang
Skripsi. Program Studi Teknik Sipil.
Padang Universitas Andalas.
- Widhianto, S. L., D. Kharisma, S.
Suharyanto, dan S. Hardiyati. 2015.
Kajian Struktur Pengaman Pantai.